

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10003931 A

(43) Date of publication of application: 06.01.98

(51) Int. Cl. H01M 8/02

(21) Application number: 08175637

(22) Date of filing: 14.08.98

(71) Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

(72) Inventor: YOSHIMURA TSUNEJI  
MIZUNO SEIJI

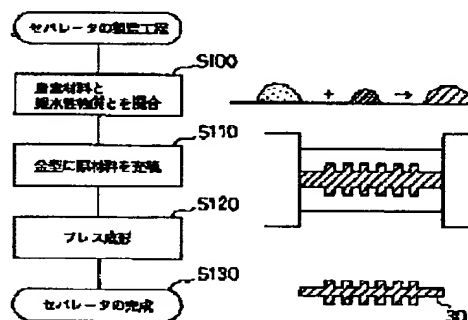
(54) MANUFACTURE OF FUEL CELL SEPARATOR,  
AND THE SEPARATOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture a separator having a hydrophilic property, without needing a complicated working process.

SOLUTION: In manufacturing a separator, a hydrophilic material is mixed in carbonaceous material in advance (step S100), to prepare a raw material. The raw material powder containing the hydrophilic material is packed into a die having a given shape (step S110). A specified pressure is applied to the inside of a die, to perform press molding (step S120), to complete a separator (step S130). Such manufacture makes the hydrophilic material be mixed in the raw material powder previously, thereby manufacturing the separator having a hydrophilic property without applying special treatment for hydrophilicity.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-3931

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/02

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 M 8/02

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数18 F D (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平8-175637

(22) 出願日

平成8年(1996) 6月14日

(71) 出願人

000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者

吉村 常治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者

水野 誠司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人

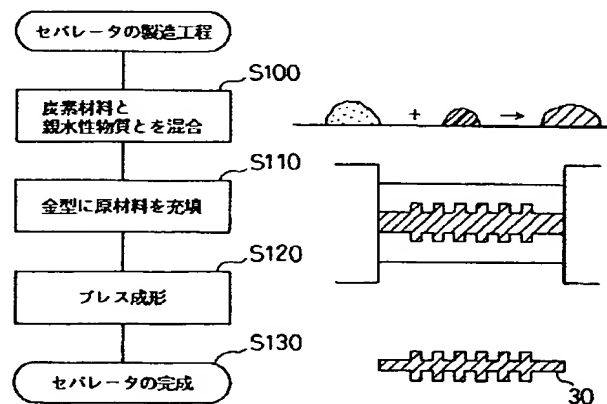
弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池用セパレータの製造方法およびセパレータ

(57) 【要約】

【課題】 煩雑な加工の工程を要することなく、親水性を備えたセパレータを製造する。

【解決手段】 セパレータの製造に際し、予め炭素材料に親水性物質を混合して(ステップS100)原材料を調製する。この親水性物質を含有した原材料粉末を、所定の形状の金型内に充填する(ステップS110)。金型内に所定の圧力を加えることでプレス成形を行ない(ステップS120)、セパレータを完成する(ステップS130)。このような製造方法によれば、原材料粉末に予め親水性物質を混合しておくため、親水化のための特別な処理を施すことなく親水性を帯びたセパレータを製造することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固める工程を含み、最終的に該原材料を所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記加圧の工程に先立って前記原材料に親水性物質を混合する燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池用セパレータの製造方法であって、

前記原材料を加圧して固める工程によって予備成形部材を作製し、  
該予備成形部材に対して第 2 の加圧の工程を行なうことで所定の形状の前記セパレータを得る燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の燃料電池用セパレータの製造方法であって、

前記原材料を加圧して固める工程は、各セパレータ個別の成形工程に対応しており、

前記原材料を加圧して固める工程において、所定の金型内で、前記親水性物質を含まない原材料からなる層の両側に前記親水性物質を含む原材料からなる層を配設した 3 層構造を形成し、該金型内に形成した 3 層構造に対して加圧を行なう請求項 1 記載の燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 4】 原材料を加圧して所定の形状に成形する工程を備えた燃料電池用セパレータの製造方法であって、

前記加圧の工程に先立って、親水性物質を含む前記原材料と親水性物質を含まない前記原材料とのそれぞれを予めシート状に成形して、親水性シートおよび非親水性シートを用意し、

所定の形状の金型内において、前記非親水性シートがその両面から前記親水性シートによって挟持された 3 層構造を形成し、

前記 3 層構造に対して前記加圧の工程を行なう燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載の燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記原材料を加圧して固める工程によって予備成形部材を作製し、

該予備成形部材に対して削り取りを伴う所定の表面加工を施して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 6】 請求項 1 記載の燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記原材料を加圧して固める工程によって所定の大きさのブロックを作製し、

該ブロックを切り出して板状部材を作製し、

該板状部材に対して削り取りを伴う所定の表面加工を施して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造

方法。

【請求項 7】 請求項 1 記載の燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記原材料を加圧して固める工程によって所定の大きさのブロックを作製し、

該ブロックを切り出して板状部材を作製し、

該板状部材を第 2 の加圧の工程に供して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 8】 原材料を加圧する工程を含み、最終的に原材料を所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法であって、

前記加圧の工程に先だって、該加圧の工程で用いる金型の内面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させる燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 9】 微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、該予備成形部材を第 2 の加圧の工程に供して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記第 2 の加圧の工程に先立って、該第 2 の加圧の工程で用いる金型の内面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させる燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 10】 微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、該予備成形部材を第 2 の加圧の工程に供して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記第 2 の加圧の工程に先立って、前記予備成形部材の表面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させる燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 11】 前記予備成形部材は、前記原材料を加圧して固めた所定の大きさのブロックを切り出して作製した板状部材である請求項 9 または 10 記載の燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 12】 前記原材料は、炭素材料と所定の熱硬化性樹脂とからなり、所定の加圧の工程の際、あるいは該加圧の工程の後に加熱を行なう請求項 1 ないし 11 記載の燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 13】 前記原材料は、膨張黒鉛である請求項 1 ないし 11 記載の燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 14】 請求項 3 または 4 記載の燃料電池用セパレータの製造方法において、

前記 3 層構造を形成する各層の内、前記親水性物質を含む原材料の層には前記原材料として膨張黒鉛を用い、前記親水性物質を含まない原材料の層には前記原材料として膨張黒鉛以外の炭素材料と所定の熱硬化性樹脂とを用い、

前記加圧の工程によって所定の形状に成形する際、あるいは該加圧の工程の後に加熱を行なう燃料電池用セパレータの製造方法。

【請求項 15】 少なくとも表面から所定の深さまでの

領域においては、導電性を備える原材料に親水性物質が混在した燃料電池用セパレータ。

【請求項16】 前記原材料は、少なくとも炭素材料を構成成分として含有する請求項15記載の燃料電池用セパレータ。

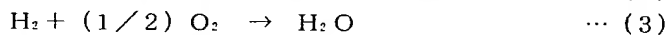
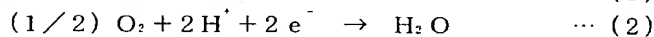
【請求項17】 外周部には前記親水性物質を混在する層を形成し、内部には前記親水性物質を含まない層を形成した請求項15または16記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項18】 電解質層と、該電解質層を挟持して発電層を形成する電極と、該発電層を挟持し該電極とで燃料の流路を形成するセパレータと、を備えた燃料電池であって、

前記セパレータは、少なくとも表面から所定の深さまでの領域においては、導電性を備える原材料に親水性物質を混在した燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】



【0004】 (1)式は陰極における反応を、(2)式は陽極における反応を示し、電池全体としては(3)式に示す反応が進行する。このように固体高分子型燃料電池では、電池反応の進行に伴って陽極側で生成水が生じる。通常、生じた生成水は、陽極側に供給されている酸化ガス中に気化し、酸化ガスとともに燃料電池外に排出される。しかしながら、生じる生成水の量が多くなると、酸化ガス中に気化させるだけでは生成水を排出しきれなくなってしまう。このように酸化ガス中に気化されずに残った生成水が陽極の周辺で水滴を成すと、ガス流路が閉塞されて陽極周辺での酸化ガスの流れが妨げられて電池性能の低下につながってしまう。

【0005】 このようなガス流路の閉塞は、陽極ばかりでなく陰極でも起こり得る。固体高分子型燃料電池の陰極では電池反応によって上記したような生成水が生じることはないが、陰極に供給される燃料ガス中の水蒸気の凝縮が起きる。既述した電気化学反応が進行するとき、陰極側では上記(1)式の反応で生じたプロトンは所定の数の水分子と水和した状態で電解質膜中を陽極側へ移動する。従って通常は、電解質膜の陰極側において水分が不足して導電性が低下してしまうのを防ぐために、陽極側に供給する燃料ガスを加湿して、電解質膜に対して水を補う構成となっている。このように燃料ガス中に加えられた水蒸気は、燃料電池の始動時や、燃料電池の運転温度が低下して飽和蒸気圧が下がったときなどに、ガス流路において凝縮してしまうことがある。このような場合には、陽極側においてもガスの流路が閉塞されて燃料ガスの流れが妨げられて、電池性能の低下につながってしまう。

\*【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池用セパレータの製造方法、セパレータおよび該セパレータを備えた燃料電池に関し、詳しくは、親水性を備えることで燃料電池の排水性を向上させたセパレータの製造方法、セパレータおよび該セパレータを備えた燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池は、電極に燃料の供給を受けて燃料が有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するものであり、エネルギー変換効率の高い発電方法として知られている。このような燃料電池は、陽極には水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陰極には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けるが、各電極で電気化学反応が進行する際、陽極側または陰極側において生成水が生じる。以下に電池反応で生じる生成水の例として、燃料電池の一種である固体高分子型燃料電池の電極で進行する反応を示す。

【0003】

【0006】 なお、上記したように(1)式の反応で生じたプロトンは水和した状態で陽極側に移動するため、陽極側では、既述した生成水の他にプロトンの移動と共に持ち込まれる水分子も加わって、さらに水が過剰な状態となり、ガス流路が閉塞され易くなる。

【0007】 そこで従来、燃料電池を構成する所定の部材に対して親水処理を施し、これによって生成水の排水性の向上が図られてきた。燃料電池を構成する部材を親水処理することによって、生成水は水滴として留まることなくこの親水性部材によって所定の流路まで導かれるようになり、生成水がガスの拡散を阻害するのを防ぐことができる。既述した固体高分子型燃料電池は、電解質層として固体高分子膜を用い、この固体高分子膜を挟持する一対のガス拡散電極と、ガス拡散電極をさらに外側から挟持して燃料ガスと酸化ガスとを分離するセパレータとを有する単セルを基本単位として、この単セルを複数積層した構造を備えている。このような固体高分子型燃料電池では、上記したような親水処理は、ガス拡散電極の他、セパレータに対しても行なわれる。

【0008】 セパレータは、緻密質カーボン等のようにガス不透過な導電性部材によって形成されており、その表面にはガス拡散電極との間でガス流路を形成するリブ構造が形成されている。このセパレータを親水処理する方法としては、従来は、セパレータを所定の形状に成形した後、その表面に親水性物質(例えばポリアクリルアミド等)を塗布するという方法が採用されていた。このようにして表面を親水化したセパレータを用いると、生成水は親水性の表面を伝ってガス流路から排出され易くなり、水滴として留まってガス流路を塞いでしまうのを

防止することができる。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のようにセパレータの表面に親水性物質を塗布することによってセパレータの親水処理を行なうと、上記親水性物質は通常は導電性を有しないため、セパレータの表面には親水性物質からなる絶縁性被膜が形成されることになる。セパレータは積層される各単セルを直列に接続する構造であり、少なくとも前記ガス拡散電極と接する部位においては導電性を確保する必要がある。従って、このガス拡散電極と接する部位における親水性物質の被膜を削り取る処理が必要となり、製造工程が煩雑になるという問題があった。ガス拡散電極と接する部位は、セパレータ表面に形成されたリブ構造の凸部に相当するが、この凸部だけを均一に削り取ることは技術的にも困難を伴い、親水性の絶縁被膜を削り取る工程での加工ミスによる歩留まりの低下も無視し難いものであった。

【0010】また、このように塗布という方法によって親水処理を行なう場合には、セパレータの表面、すなわちガス拡散電極と接する部位には親水性物質が多く塗布され易いが、リブの内側、すなわちガス流路を形成する面には親水性物質が塗布され難いという問題もある。ガスの流路に面して親水性が必要な部位には親水性物質が塗布され難く、後に削り取る領域には多くの親水性物質が塗布されることになり、塗布に用いる親水性物質が有効に利用されないことになる。

【0011】本発明の燃料電池用セパレータの製造方法およびセパレータは、こうした問題を解決し、煩雑な加工の工程を要することなく、親水性物質を有効に用いて、親水性を備えたセパレータを製造することを目的としてなされ、次の構成を採った。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第1の燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固める工程を含み、最終的に該原材料を所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法において、前記加圧の工程に先立って前記原材料に親水性物質を混合することを要旨とする。

【0013】以上のように構成された本発明の燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料に親水性物質を混合し、この親水性物質を混合した原材料を加圧して固め、最終的に該原材料を所定の形状に成形する。

【0014】このような燃料電池用セパレータの製造方法によれば、加圧して固める前の原材料に予め親水性物質を混合しておくため、セパレータの成形後に別途親水化のための処理を施す必要がない。従って、成形後に塗布した親水性物質によって流路が閉塞されたり、成形後に塗布した親水性物質によって絶縁性の被膜が形成され

たり、この絶縁性被膜を削り取るための工程を更に施して歩留まりを低下させてしまうことがない。

【0015】また、本発明の第1の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記原材料を加圧して固める工程によって予備成形部材を作製し、該予備成形部材に対して第2の加圧の工程を行なうことで所定の形状の前記セパレータを得ることとしてもよい。

【0016】このような場合には、予め親水性物質を混合した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、この予備成形部材に対して第2の加圧の工程を行なって所定の形状のセパレータを得る。このようにまず予備成形部材を作製することによって、原材料の取り扱いが容易となり、特に大量のセパレータを製造する場合には有利となる。

【0017】また、本発明の第1の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記原材料を加圧して固める工程は、各セパレータ個別の成形工程に対応しており、前記原材料を加圧して固める工程において、所定の金型内で、前記親水性物質を含まない原材料からなる層の両側に前記親水性物質を含む原材料からなる層を配設した3層構造を形成し、該金型内に形成した3層構造に対して加圧を行なうこととしてもよい。

【0018】このような構成とすれば、各セパレータ個別の成形工程に対応した加圧の工程において、親水性物質を含まない原材料からなる層の両側に親水性物質を含む原材料からなる層を配設した3層構造に対して加圧を行なうため、内部には親水性物質を含有しないセパレータを得ることができる。従って、親水性物質を混合することによってセパレータ全体の電気抵抗が増大してしまうのを抑えることができる。

【0019】本発明の第2の燃料電池用セパレータの製造方法は、原材料を加圧して所定の形状に成形する工程を備えた燃料電池用セパレータの製造方法であって、前記加圧の工程に先立って、親水性物質を含む前記原材料と親水性物質を含まない前記原材料とのそれぞれを予めシート状に成形して、親水性シートおよび非親水性シートを用意し、所定の形状の金型内において、前記非親水性シートがその両面から前記親水性シートによって挟持された3層構造を形成し、前記3層構造に対して前記加圧の工程を行なうことを要旨とする。

【0020】以上のように構成された本発明の第2の燃料電池用セパレータの製造方法は、親水性物質を含む原材料と親水性物質を含まない原材料とのそれぞれを予めシート状に成形して、親水性シートおよび非親水性シートを用意し、所定の形状の金型内において、前記非親水性シートがその両面から前記親水性シートによって挟持された3層構造を形成し、この3層構造に対して加圧の工程を行なって所定の形状の燃料電池用セパレータを作製する。

【0021】このような燃料電池用セパレータの製造方

法によれば、上記3層構造を形成した原材料を所定の金型内で加圧成形するため、内部には親水性物質を含有しないセパレータを製造することができる。従って、親水性物質を混合することによってセパレータ全体の電気抵抗が増大してしまうのを抑えることができる。また、親水性物質を含む原材料と親水性物質を含まない原材料とのそれぞれを予めシート状に成形しておくため、親水性物質を含む原材料の層と親水性物質を含まない原材料の層とを金型内に形成する際に、原材料の取り扱いが容易になるという効果を奏する。さらに、原材料を予めシート状に成形しておくため、原材料が金型内で偏ったりすることなく上記3層構造を形成することができる。

【0022】また、本発明の第1のセパレータの製造方法において、前記原材料を加圧して固める工程によって予備成形部材を作製し、該予備成形部材に対して削り取りを伴う所定の表面加工を施して所定の形状に成形することとしても良い。

【0023】このようなセパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料に親水性物質を混合し、この原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、この予備成形部材に対して削り取りを伴う所定の表面加工を施して所定の形状に成形する。このような場合には、予め原材料に親水性部材を混合しているため、削り取りを伴う所定の表面加工の後にさらに親水化処理を施して、セパレータの表面を親水化させる必要がない。従って、上記表面加工の後に施す親水化処理の工程によって歩留まりが低下してしまうこともない。

【0024】また、本発明の第1の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記原材料を加圧して固める工程によって所定の大きさのブロックを作製し、該ブロックを切り出して板状部材を作製し、該板状部材に対して削り取りを伴う所定の表面加工を施して所定の形状に成形することとしても良い。

【0025】このような燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料に親水性物質を混合し、この原材料を加圧して固めて所定の大きさのブロックを作製し、該ブロックを切り出して板状部材を作製し、該板状部材に対して削り取りを伴う所定の表面加工を施して所定の形状に成形する。このような場合には、ブロックを作製する際に予め原材料に親水性部材を混合しておくため、所定の表面加工を施した後にセパレータに対して親水化の処理を施す必要がない。従って、この親水化の処理に伴う工程によって歩留まりが低下してしまうこともない。

【0026】また、本発明の第1の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記原材料を加圧して固める工程によって所定の大きさのブロックを作製し、該ブロックを切り出して板状部材を作製し、該板状部材を第2の加圧の工程に供して所定の形状に成形することとしても良い。

【0027】このような燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料に親水性物質を混合し、この原材料を加圧して固めて所定の大きさのブロックを作製し、該ブロックを切り出して板状部材を作製し、該板状部材を第2の加圧の工程に供して所定の形状に成形する。このような場合には、ブロックを作製する際に予め原材料に親水性部材を混合しておくため、所定の形状に成形した後にセパレータに対して親水化の処理を施す必要がない。従って、この親水化の処理に伴う工程によって歩留まりが低下してしまうこともない。

【0028】本発明の第3の燃料電池用セパレータの製造方法は、原材料を加圧する工程を含み、最終的に原材料を所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法であって、前記加圧の工程に先だって、該加圧の工程で用いる金型の内面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させることを要旨とする。

【0029】以上のように構成された燃料電池用セパレータの製造方法は、原材料を加圧する工程を含み、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を金型の内面に付着させ、該親水性物質を付着させた金型を用いた加圧の工程によって、該金型の内面の形状に応じた所定の形状に成形するとともに表面に親水性物質を付着させてセパレータを製造する。

【0030】このような燃料電池の製造方法によれば、親水性物質は加圧の工程で用いる金型内に付着させておくため、原材料に予め親水性物質を混合しておく必要がなく、原材料の調製が容易となるという効果を奏する。

【0031】本発明の第4の燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、該予備成形部材を第2の加圧の工程に供して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法において、前記第2の加圧の工程に先立って、該第2の加圧の工程で用いる金型の内面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させることを要旨とする。

【0032】以上のように構成された燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、第2の加圧の工程で用いる金型の内面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させ、前記予備成形部材を第2の加圧の工程に供して所定の形状に成形すると共に表面に親水性物質を付着させてセパレータを製造する。

【0033】このようなセパレータの製造方法によれば、本発明の第3の燃料電池用セパレータの製造方法と同様に、親水性物質は加圧の工程で用いる金型内に付着させておくため、原材料に予め親水性物質を混合しておく必要がなく、原材料の調製が容易となるという効果を奏する。さらに、前記第2の加圧の工程に先だって予備成形部材を作製するため原材料の取り扱いが容易となり、特に大量のセパレータを製造する際には有利とな

10

20

30

40

50

る。

【0034】本発明の第5の燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、該予備成形部材を第2の加圧の工程に供して所定の形状に成形する燃料電池用セパレータの製造方法において、前記第2の加圧の工程に先立って、前記予備成形部材の表面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させることを要旨とする。

【0035】以上のように構成された燃料電池用セパレータの製造方法は、微細な粒子の形状に用意した原材料を加圧して固めて予備成形部材を作製し、この予備成形部材の表面に、少なくとも所定の親水性物質を含有する液体を付着させ、表面に親水性物質を付着させたこの予備成形部材を第2の加圧の工程に供して所定の形状に成形する。

【0036】このような燃料電池用セパレータの製造方法によれば、原材料を加圧して固めた予備成形部材の表面に親水性物質を付着させるため、原材料に予め親水性物質を混合しておく必要がなく、原材料の調製が容易になる。また、第2の加圧の工程に先だって親水性物質の塗布を行なうため、成形後にセパレータの親水化の処理を施す必要がなく、この親水化の処理に伴う工程によって歩留まりが低下してしまうことがない。

【0037】本発明の第4または第5の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記予備成形部材は、前記原材料を加圧して固めた所定の大きさのブロックを切り出して作製した板状部材であることとしてもよい。

【0038】このような場合にも、原材料に予め親水性物質を混合しておく必要がないため原材料の調製が容易となり、成形後にセパレータの親水化の処理を施す必要がなく、この親水化の処理に伴う工程によって歩留まりが低下してしまうことがない。

【0039】本発明の第1ないし第5の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記原材料は、炭素材料と所定の熱硬化性樹脂とからなり、所定の加圧の工程の際、あるいは該加圧の工程の後に加熱を行なうこととしてもよい。このような場合には、熱硬化性樹脂によって、所定の結着力と強度とがセパレータに与えられる。

【0040】また、本発明の第1ないし第5の燃料電池用セパレータの製造方法において、前記原材料は、膨張黒鉛であることとしてもよい。このような場合には、別途結着剤を加えることなく加圧を行なうだけで所定の結着力と強度とを得ることができる。

【0041】本発明の第1または第2の燃料電池用セパレータの製造方法において、親水性物質を含む層と親水性物質を含まない層とからなる前記3層構造を形成する際、前記3層構造を形成する各層の内、前記親水性物質を含む原材料の層には前記原材料として膨張黒鉛を用い、前記親水性物質を含まない原材料の層には前記原材

料として膨張黒鉛以外の炭素材料と所定の熱硬化性樹脂とを用い、前記加圧の工程によって所定の形状に成形する際、あるいは該加圧の工程の後に加熱を行なう構成も好適である。

【0042】このような場合には、親水性物質を含む原材料の層には前記原材料として膨張黒鉛を用いるため、原材料に結着剤を加える必要がなく、結着剤によってセパレータの導電性が損なわれることがない。従って、導電性の低下につながるおそれのある親水性物質を用いる場合にも、加えることができる親水性物質の許容量を確保することができ、セパレータの表面において十分な親水性を実現することができる。また、親水性物質を含まない原材料の層には前記原材料として膨張黒鉛以外の炭素材料と所定の熱硬化性樹脂とを用いるため、セパレータ全体として十分な強度を確保することができる。

【0043】本発明の燃料電池用セパレータは、少なくとも表面から所定の深さまでの領域においては、導電性を備える原材料に親水性物質が混在したことを要旨とする。

【0044】以上のように構成された燃料電池用セパレータによれば、少なくとも表面から所定の深さまでの領域においては、導電性を備える原材料に親水性物質が混在しているため、その表面部は親水性を示す。従って、このようなセパレータを備えた燃料電池によって発電を行なうと、セパレータ表面が形成するガス流路内に生じた水滴は親水性を帯びたセパレータ表面に導かれて容易に排水され、ガス流路を閉塞させてしまうことがない。

【0045】ここで、前記原材料は、少なくとも炭素材料を構成成分として含有することとしても良い。このような燃料電池用セパレータは、炭素材料からなるセパレータを用いる固体高分子型燃料電池やりん酸型燃料電池などにそのまま用いることができる。

【0046】また、本発明の燃料電池用セパレータにおいて、外周部には前記親水性物質を混在する層を形成し、内部には前記親水性物質を含まない層を形成した構成も好適である。このような場合には、外周部には親水性物質を混在するため、上記したガス流路での排水性に関する効果を充分に実現することができ、内部には親水性物質を含まないため、親水性物質が導電性を低下させる影響を抑えることができる。

【0047】本発明の燃料電池は、電解質層と、該電解質層を挟持して発電層を形成する電極と、該発電層を挟持し該電極とで燃料の流路を形成するセパレータと、を備えた燃料電池であって、前記セパレータは、少なくとも表面から所定の深さまでの領域においては、導電性を備える原材料に親水性物質を混在したことを要旨とする。

【0048】このような燃料電池では、発電の動作にともなって、電極とセパレータとの間に形成されたガス流路内に水滴が生じた場合にも、この水滴は親水性を帯び

たセパレータの表面に導かれて容易に排水されるため、ガス流路が閉塞されてしまうことがない。従って、ガス流路内に生じた水滴によって燃料電池の性能が低下してしまうことがない。

#### 【0049】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。まず最初に、説明の簡単のため、図3から図4を基にして、本発明のセパレータの製造方法に基づいて製造したセパレータを備える燃料電池10の構成および動作について説明し、続いて本発明の要部に対応するセパレータの製造方法について説明することとする。

【0050】燃料電池10は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル12を複数積層したスタック構造を有している。図3は、燃料電池10を構成する単セル12の構成を例示する断面図である。単セル12は、電解質膜21と、アノード22およびカソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0051】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24、25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード22およびカソード23との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸化ガス流路25Pが形成されている。

【0052】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜（デュポン社製）を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液（例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution）を適量添加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜21上にプレスする構成も好適である。

【0053】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルト

により形成する構成も好適である。

【0054】セパレータ24、25は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした成形カーボンにより形成されている。セパレータ24、25はその表面に、所定の形状のリブ部32を形成しており、既述したように、セパレータ24はアノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、セパレータ25はカソード23の表面とで酸化ガス流路25Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブ部32の形状は、ガス流路を形成してガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であれば良い。本実施例でのリブ部32の形状は後述する図5に示すが、図5に示す形状に限るものではなく、例えば、平行に形成された複数の溝状にリブ部32を形成することとしても良い。また、セパレータ24、25はその表面部において所定の親水性を示す構成となっているが、これは本発明の要部に対応する構成であるため詳しい説明は後述する。

【0055】以上、燃料電池10の基本構造である単セル12の構成について説明した。実際に燃料電池10として組み立てるときには、セパレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セパレータ25の順序で構成される単セル12を複数組積層し（本実施例では100組）、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板26、27を配置することによってスタック構造を構成する。

【0056】図4は、燃料電池10を構成するスタック構造の構成を表わす分解斜視図、図5は燃料電池10を構成するセパレータ30の形状を表わす説明図である。図3では、アノード22と隣接するセパレータ24と、カソード23と隣接するセパレータ25とを分けて表わしたが、燃料電池10における実際のスタック構造においては、図4に示すように両面にリブ部32を形成したセパレータ30が用いられている。セパレータ30では、その片面に形成されたリブ部32はアノード22との間で燃料ガス流路24Pを形成し、他面に形成されたリブ部32は隣接する単セル12が備えるカソード23との間で酸化ガス流路25Pを形成する。このように、セパレータ30は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスとの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル12を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0057】図5に示すように、セパレータ30はその周辺部に、燃料ガス孔33、34と、酸化ガス孔35、36と、冷却水孔37とを形成している。燃料電池10を構成する各部材が所定の順序で積層されてスタック構造を形成する際、積層された各セパレータ30が備える



燃料ガス孔33は、燃料電池10の内部をその長手方向に貫通する燃料ガス供給マニホール43を形成する。同じく燃料電池10の内部において、燃料ガス孔34は燃料ガス排出マニホール44を、酸化ガス孔35は酸化ガス供給マニホール45を、酸化ガス孔36は酸化ガス排出マニホール46を、冷却水孔37は冷却水路47を、それぞれ形成する。

【0058】ここで、上記構成を備える燃料電池10の動作について説明する。燃料電池10の外部には所定の燃料ガス供給装置が設けられており、燃料電池10に対して水素を含有する燃料ガスの供給を行なう。燃料電池10に供給された燃料ガスは、上記燃料ガス供給マニホール43を経由して各単セル12の燃料ガス流路24Pに供給され、各単セルにおける陰極側の電池反応に供される。陰極での電池反応を経た燃料ガスは、各単セル12の燃料ガス流路24Pから、上記燃料ガス排出マニホール44を経由して燃料電池10外の所定の燃料ガス排出装置に排出される。

【0059】同じく燃料電池10の外部には所定の酸化ガス供給装置が設けられており、燃料電池10に対して酸化ガスである空気の供給を行なう。燃料電池10に供給された酸化ガスは、上記酸化ガス供給マニホール45を経由して各単セル12の酸化ガス流路25Pに供給され、各単セルにおける陽極側の電池反応に供される。陽極での電池反応を経た酸化ガスは、各単セル12の酸化ガス流路25Pから、上記酸化ガス排出マニホール46を経由して燃料電池10外の所定の酸化ガス排出装置に排出される。

【0060】また、燃料電池10は、電解質膜21の性質などから約80から100℃の温度範囲で運転されるが、電池反応は発熱を伴うため、燃料電池10の内部温度が上昇し過ぎるのを防ぐために冷却水が用いられている。冷却水は、燃料電池10の外部に設けられた所定の冷却水供給装置から燃料電池10に供給され、上記冷却水路47を循環することによって燃料電池10内部を降温させ、その後燃料電池10の外部に設けられた所定の冷却水処理装置に排出される。

【0061】次に、本発明の要部に対応するセパレータ30の製造方法について説明する。図1は本実施例のセパレータ30を製造する様子を表わす工程図、図2は図1に表わす工程のなかのプレス成形の様子を表わす説明図である。図1では、工程図の右側に、主要な工程の様子を表わす模式図を付した。成形カーボンからなるセパレータ30を製造するには、まず原材料粉末の調製を行なう(ステップS100)。この原材料粉末の調製は、例えば、カーボン粉末と、親水性物質(例えば酸化ケイ素)粉末と、熱硬化性樹脂(例えばエポキシ樹脂やフェノール樹脂等)粉末とを、この熱硬化性樹脂が熱硬化しない程度の温度(室温から100℃程度)において混合する(乾式混練と呼ぶ)ことによって調整することがで

きる。

【0062】ここで、親水性物質として酸化ケイ素を用いたが、用いる親水性物質としては、親水性を備えており、水に溶解し難く、燃料電池10の運転温度および燃料電池10に供給するガスの各成分に対して安定であれば良い。例えば、酸化ケイ素と同様の酸化物である親水性物質としては酸化アルミニウム等を挙げることができる。いずれもその表面に水酸基やカルボキシル基等の親水性の官能基を多量に有している。その他、吸水性の樹脂であるデンプン・アクリル酸共重合体、ポリアクリル酸塩、ポリビニルアルコール等を用いることもできる。また、イオン交換樹脂や吸水性多糖類(例えばアルギン酸カルシウム等)も親水性物質として用いることができる。いずれもその構造内に、水酸基、カルボキシル基、アルデヒド基、アミノ基、スルホ基等の親水性の官能基を有する。

【0063】この親水性物質は、カーボン粉末に対して1〜50重量%となるように加える。加える親水性物質の量は、用いる親水性物質の備える親水性の強さや導電性、あるいはコスト等を考慮して適宜決定すれば良い。特に、導電性を備える親水性物質(例えばイオン交換樹脂など)を用いる場合には、この親水性物質を加えることによって起こるセパレータ30全体での電気抵抗の増大を抑えることができるため、より多くの親水性物質を加えることが可能となる。

【0064】熱硬化性樹脂は、所定の温度に加熱することによって熱硬化反応を起こす樹脂であり、カーボン粉末を主要な材料とするセパレータ30に対して所定の硬度を与えると共にカーボン粉末や親水性物質などの材料を互いに結着させる役割を果たす。この熱硬化性樹脂は、実施例ではカーボン粉末に対して5〜20重量%となる量を加える。熱硬化性樹脂としては、加熱時に熱硬化反応を起こし、燃料電池10の運転温度および燃料電池10に供給するガスの各成分に対して安定であれば良い。既述したフェノール樹脂およびエポキシ樹脂の他、尿素樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂等を用いることもできる。セパレータ30において十分な結着性および強度を実現するために、上記熱硬化性樹脂から複数のものを選択して組み合わせることも良い。

【0065】また、原材料粉末を調整するためには、上記した乾式混練の他に以下の方法を採用することもできる。すなわち、上記親水性物質および/または上記熱硬化性樹脂を所定の溶剤(例えば水、アルコール、メチルエチルケトン等)に溶解した溶液または分散させた懸濁液を作製し、この溶液または懸濁液と、原材料粉末の残りの成分とを混合後、乾燥、粉碎することにより調整しても良い。

【0066】ここで、上記した原材料の調整時には各材料は粉末のものをを用いたが、これらの各材料は、既述し

た乾式混練や溶剤を用いる方法によって、許容できる程度に均一に混合可能な形状であれば良い。充分な均一さに混合するためには、上記原材料は1~300  $\mu\text{m}$ 程度の粒子からなることが好ましい。

【0067】このようにして調整した原材料粉末を、図2に示す金型50内に所定量充填する(ステップS110)。ここで、面圧0.1~2.0  $\text{ton}/\text{cm}^2$ にて図2中の矢印の方向にプレスすることで(ステップS120)、金型の形状に応じた所定の形状(本実施例では図5の形状)のセパレータ30が製造される(ステップS130)。原材料を構成する成分として既述した各物質のいずれを選択した場合にも、上記範囲の面圧でプレスすることによって充分な強度のセパレータを得ることができる。

【0068】上記ステップS120のプレス成形時に金型を140~220℃の温度範囲で1~30分間加熱を行えば、金型50内で熱硬化性樹脂が溶解すると共に熱硬化反応が起こり、プレス成形と同時にセパレータ30を完成させることができる。あるいは、熱硬化性樹脂が溶解するものの熱硬化反応は起こさない温度範囲(80~100℃)でプレス成形を行なった後に、成形されたセパレータを所定の加熱炉内で140~220℃で30~600分間加熱することによって熱硬化性樹脂の熱硬化を行ない、セパレータ30を完成させることとしても良い。この場合には、プレス成形時に熱硬化性樹脂を溶解させることによって、他の原材料粒子間に熱硬化性樹脂を行き渡らせて充分な結着性を得ることができる。また、プレス時には熱硬化反応を完了させる必要がないためプレス工程の時間を短縮することができ、また、熱硬化反応は後でまとめて行なうことができるため、多量のセパレータを製造する場合に有利となる。この熱硬化反応のために行なう加熱は、選択した熱硬化性樹脂が熱硬化可能であって、熱硬化性樹脂および親水性物質等の構成材料が劣化しない温度範囲および加熱時間であれば良い。

【0069】上記したプレス成形を行なうときに、金型50内の空気が原材料粉末中に取り込まれてプレスが行なわれると、成形されたセパレータ30内に空気が残留してセパレータ30内に気泡が形成されることがある。このようにセパレータ30内部を貫通する気泡が形成されると、燃料ガスと酸化ガスを隔てるセパレータとしての役割が損なわれてしまうおそれがある。従って、プレス成形時には金型50内を10  $\text{torr}$ 以下に排気しておき、セパレータ30内に空気が残留するのを防ぐ構成とすることが望ましい。

【0070】このように作製した本実施例のセパレータ30によれば、セパレータ30を構成する上記原材料粉末が所定の親水性物質を含有するため、セパレータ30の表面が親水性となる。従って、セパレータ30を備える燃料電池10においては、セパレータ30と各ガス拡

散電極との間に形成されるガス流路に生じた水滴が親水性の流路表面に導かれて排水され易くなり、流路が水滴によって閉塞されてしまうのを防止することができる。

ここで、セパレータ30は、上記原材料をプレスする工程によって所定の形状に成形されるため、成形後に親水処理を施したり親水性の絶縁被膜を削り取ったりするといった工程が不要となり、製造工程を簡素化することができる。さらに、上記親水処理および絶縁被膜除去の工程が不要となったことから、これらの工程で製造の歩留まりが低下してしまうことがない。すなわち、親水性物質の塗布の工程で親水性物質によってセパレータ30上のリブ部32の凹部を塞いでしまい結果的にガス流路を閉塞させてしまうおそれがなく、また、技術的に困難な絶縁被膜を削り取る機械加工を行なう必要がない。

【0071】また、セパレータ30は、表面だけでなくその内部も親水性を備えているため、陰極側においてアノード22を介して電解質膜21に水を供給し、電解質膜21の乾燥の防止に寄与することができるという効果を奏する。なお、このような陰極側での効果は、アノード22に対しても所定の親水化処理を施すことでより大きな効果とすることが可能となる。

【0072】なお、上記したセパレータ30の製造方法では、プレス成形の際に加熱を行なって熱硬化性樹脂の熱硬化反応を起こさせることとしたが、熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂やエポキシ樹脂は、熱硬化反応時に起きる縮合反応によって一般的に水やガスを発生する。水(プレス時の温度では水蒸気)やガスの発生はセパレータ30内での気泡の生成につながるため、加熱時に水やガスの発生が少ない熱硬化性樹脂を選択することが好ましい。

【0073】また、上記したセパレータ30の製造方法において、カーボン粉末としては、天然黒鉛、カーボンブラック等いかなる種類のものであっても良く、コストなどの条件を考慮して任意に選択することができる。ここで、カーボン粉末として膨張黒鉛を用いる場合には、熱硬化性樹脂を加える必要がないため、このような場合について以下に説明する。

【0074】膨張黒鉛は炭素材料の一種であり、天然黒鉛やカーボンブラック等の炭素材料を酸で処理した後に加熱して体積を膨張させた周知の材料である。このような膨張黒鉛は熱膨張したことによって層構造を形成しており、圧縮する力を加えることによってこれらの層が互いにかみ合って強固に結合させることができるため、上述した実施例のように熱硬化性樹脂を加える必要がなく、プレス成形時あるいは成形後に加熱処理して熱硬化を起こさせる必要はない。もとより加熱を行なっても差し支えない。なお、以下に説明する実施例においても、原材料粉末に含まれるカーボン粉末として膨張黒鉛を用いる場合には熱硬化性樹脂を加える必要はなく、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には既述した所定の熱硬

化性樹脂を加えるものとする。

【0075】上記第1実施例では、プレス成形する原材料粉末が均一に親水性物質を含有する構成としたが、成形するセパレータの外表面にだけ親水性物質を混在させることとしても良い。以下に、このような構成を第2実施例として示す。図6は、第2実施例のセパレータ30aを製造する様子を表わす説明図である。第2実施例においても、図2に示した第1実施例の場合と同様の金型50に原材料粉末を充填してプレス成形を行なうが、原材料粉末の調製の方法が第1実施例とは異なっている。

【0076】第2実施例では、親水性物質が混合されたカーボン粉末と、親水性物質を含まないカーボン粉末とを用意し、これらを別々に金型50に充填する。図6に示すように、親水性物質が混合されたカーボン粉末からなる第1層51と、親水性物質を含まないカーボン粉末からなる第2層52と、親水性物質が混合されたカーボン粉末からなる第3層53とをこの順序で金型50内に形成する。このような3層構造を形成する原材料粉末を充填した金型50において、図中の矢印方向に加圧してプレス成形を行なって所定の形状のセパレータ30a

(図7参照)を得る。

【0077】ここで、カーボン粉末としては、第1実施例と同様にいかなる炭素材料を選択しても良い。膨張黒鉛のように加圧処理を施すだけで所定の結着力を生じる炭素材料以外の炭素材料を選択する場合には、所定量の熱硬化性樹脂を加える必要がある。この場合には、プレス成形時に同時に熱硬化反応を起こさせるか、あるいはプレス成形時には熱硬化性樹脂を溶解させてプレス後に熱硬化反応を起こさせることとする。このとき加える熱硬化性樹脂およびこの第2実施例で用いる親水性物質は、第1実施例で挙げたものを同様に用いることができる。

【0078】このような第2実施例のセパレータの製造方法によれば、表面部分にだけ親水性物質を混在させたセパレータ30aを得ることができる。このようなセパレータ30aを備える燃料電池10aでは、第1実施例のセパレータ30を備える燃料電池10と同様に、ガス流路に生じた水滴が親水性の流路表面に導かれて排水され易くなり、流路が水滴によって閉塞されてしまうのを防止することができる。ここで、セパレータ30は、上記原材料をプレスする工程によって所定の形状に成形されるため、成形後に親水処理を施したり親水性の絶縁被膜を削り取ったりするといった工程が不要となり、製造工程を簡素化することができる。さらに、上記親水処理および絶縁被膜除去の工程が不要となったことから、これらの工程で製造の歩留まりが低下してしまうことがない。すなわち、親水性物質の塗布の工程で親水性物質によってセパレータ30上のリブ部32の凹部を塞いでしまい結果的にガス流路を閉塞させてしまうおそれがなく、また、技術的に困難な絶縁被膜を削り取る機械加工

を行なう必要がない。

【0079】また、第2実施例のセパレータの製造方法によれば、セパレータ30aの内部に親水性物質を混在させないことにより、セパレータ30a内部ではカーボン粉末の相対的な比率が低下しない。従って、セパレータ内部にも親水性物質を混合する場合に比べて電気抵抗の増大を抑えることができる。

【0080】既述したように、炭素材料として膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には熱硬化性樹脂を加える必要があるが、第2実施例のセパレータ30aでは、電気抵抗の増大につながる親水性物質をその内部には混在させないため、原材料に混合する熱硬化性樹脂量を増やすことが可能となる。すなわち、熱硬化性樹脂もまた電気抵抗を増大させるが、セパレータ30aでは親水性物質を加えないことから、加える熱硬化性樹脂量を増やしても電気抵抗の増大を許容範囲内に抑えることが可能となる。このように熱硬化性樹脂量を増やすことによって、セパレータ30aの強度を増すことができる。さらに、セパレータ30aの強度が増すことから、セパレータ30aの薄型化が可能となり、さらに、燃料電池10a全体の薄型化が可能となる。

【0081】ここで、セパレータ30aの表面は、燃料電池10aの運転時にガス流路内の水を導いて排水可能な親水性を備えていれば良く、上記した電気抵抗の増大を抑える効果や強度を増す効果を十分に得るには、親水性物質を混在する第1層51および第3層53は薄い方がよい。具体的には、第1層51および第3層53に対応する親水性物質を含有する層の厚さは、セパレータ30a全体の10分の1以下とすることが望ましい。

【0082】既述した第2実施例では、金型50内に原材料粉末を充填する際に、親水性物質を含有する層と親水性物質を含有しない層とから成る既述した3層構造を形成することとしたが、親水性物質を含有する原材料粉末と親水性物質を含有しない原材料粉末とを予めシート状に加工しておき、このシート状に成形した原材料を加圧成形の工程に供する構成も好適である。このような構成を第3実施例として以下に示す。

【0083】まず最初に、親水性物質を含有する親水性シート56と親水性物質を含有しない非親水性シート58との加工方法について説明する。各シートを加工する際に用いるカーボン粉末は、第1および第2実施例と同様のカーボン粉末を用いることができる。カーボン粉末として膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には熱硬化性樹脂を加える必要があるが、この熱硬化性樹脂および親水性物質も、第1および第2実施例で説明したものを同様に選択することができる。

【0084】親水性シート56は、親水性物質を含有する原材料粉末を加圧成形することによって作製する。このようにして厚さ約0.1mmの親水性シート56を作製する。同様に、非親水性シート58は、親水性物質を

含有しない原材料粉末を加圧成形して厚さ約3mmの非親水性シート58を作製する。いずれの場合にも、カーボン粉末として膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には、上記加圧成形時には80～100℃程度に加熱して、熱硬化性樹脂が熱硬化反応を起こさない温度範囲で熱硬化性樹脂を溶解させることとする。加圧成形時に加える圧力は、成形されたシートが後の工程での操作に耐えて加圧成形時まで十分にシートの形状を保つことができる程度に成形することができる圧力であれば良い。また、カーボン粉末として膨張黒鉛を用いる場合には、上記した加圧成形以外にもロール成形によって原材料粉末のシート化を行なうことが可能である。

【0085】図8は、第3実施例のセパレータ30bを製造する様子を表わす説明図である。第3実施例においても、第1および第2実施例と同様の金型50を用いて加圧成形を行なう。この加圧成形に先立って、まず、上記親水性シート56および非親水性シート58を重ね合わせて、非親水性シート58を2枚の親水性シート56で挟持した3層構造を有する積層シート59を作製する。積層シート59の作製は、所定の順序で重ね合わせた3枚のシートを加圧することによって行なう。もとより、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には、積層シート59を形成する加圧の工程は、熱硬化性樹脂が熱硬化反応を起こさない温度範囲にて行なうものとする。

【0086】あるいは、予め積層シート59を形成する構成に代えて、金型50内において親水性シート56および非親水性シート58を所定の順序で重ねて、非親水性シート58を2枚の親水性シート56で挟持した3層構造を金型50内で形成する構成としても良い。

【0087】このようにして金型50内で上記3層構造を形成した後、第1および第2実施例と同様に加圧成形を行ない、セパレータ30bを製造する。図9は、このようにして製造されたセパレータ30bの断面模式図である。もとより、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には、加圧成形時あるいは加圧成形後に、既述した所定の温度に加熱して熱硬化性樹脂の熱硬化反応を起こさせることとする。

【0088】以上説明した第3実施例のセパレータ30bおよびセパレータ30bを備える燃料電池10bによれば、第1および第2実施例と同様に、ガス流路に生じた水滴が親水性の流路表面に導かれて排水され易くなり、流路が水滴によって閉塞されてしまうのを防止することができる。ここで、セパレータ30は、上記原材料をプレスする工程によって所定の形状に成形されるため、成形後に親水処理を施したり親水性の絶縁被膜を削り取ったりするといった工程が不要となり、製造工程を簡素化することができる。さらに、上記親水処理および絶縁被膜除去の工程が不要となったことから、これらの工程で製造の歩留まりが低下してしまうことがない。すなわち、親水性物質の塗布の工程で親水性物質によって

セパレータ30b上のリブ部32の凹部を塞いでしまい結果的にガス流路を閉塞させてしまうおそれがなく、また、技術的に困難な絶縁被膜を削り取る機械加工を行なう必要がない。

【0089】また、第2実施例のセパレータ30aと同様に、セパレータ30bの内部に親水性物質を混在しない層を形成したため、全体に親水性物質を混合する第1実施例のような場合と比べて、セパレータ30bの電気抵抗を小さくすることができる。すなわち、セパレータ30b内部には電気抵抗の増大につながる親水性物質を混合しないため、炭素材料の比率が大きくなり、導電性の確保が容易となる。さらに、炭素材料として膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には、第2実施例と同様に加える熱硬化性樹脂量を十分に確保することが可能となるため、セパレータ30bの強度を向上させることができる。さらに、セパレータ30bの強度が増すことから、セパレータ30bの薄型化が可能となり、さらに、セパレータ30bを備える燃料電池10b全体の薄型化が可能となる。

【0090】また、第3実施例のセパレータ30bの製造方法は、このような第2実施例と共通する効果に加えて、金型50に装填する原材料を予めシート化しておくことにより、金型50内へ原材料を装填する操作を簡便に行なうことが可能になるという効果をも奏する。金型50に装填する原材料の取り扱いが容易となることは、セパレータ30bを大量に製造する際に特に有利となる。また、上記親水性シート56および非親水性シート58は、予め金型50の大きさに合わせて作製しても良いし、所定の大きさに作製したシートを金型50の大きさに合わせて分割することとしても良い。

【0091】ここで、セパレータ30bは、第2実施例のセパレータ30aと同じく、その表面に所定の親水性を備えていれば良く、上記した電気抵抗の増大を抑える効果や強度を増す効果を十分に得るには、親水性物質を混在する親水性シート56は薄い方がよい。したがって、第2実施例同様、上記親水性シート56に対応する親水性物質を含有する層は、セパレータ30b全体の10分の1以下となる厚さに作製することが望ましい。

【0092】さらに、第3実施例のセパレータの製造方法によれば、上記した3層構造を金型50内で加圧成形する際に、親水性シート56におけるリブ部32bの凸部に対応する領域である電極接触部54が金型50の形状に従って引き延ばされる。このとき、リブ部32bの凹部に対応する領域である流路形成部55ではこのような引き延ばしの力は加わらない。そのため、出来上がったセパレータ30bでは、電極接触部54では親水性の層が薄く形成され、流路形成部55ではこれよりも厚い親水性の層が形成されることになる(図9参照)。このことは、親水性が要求されるガス流路内壁を形成する流路形成部55では十分な親水性が確保され、親水性が不

必要な電極接触部54では充分な導電性が確保されるといふ効果を生じる。

【0093】上記第2および第3実施例では、表面には親水性物質を含有する層を形成し、内部には親水性物質を含有しない層を形成する構成としたが、このとき、層ごとに異なるカーボン種を用いることとしても良い。特に、表面の親水性物質を含有する層には炭素材料として膨張黒鉛を用い、内部の親水性物質を含まない層には膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる構成が好適である。

【0094】表面部の親水性の層に膨張黒鉛を用いるならば、この領域には熱硬化性樹脂を加える必要がなくなるため、電気抵抗の増大につながる親水性物質を混合しても層全体の電気抵抗が大きくなりすぎることがない。したがって充分な親水性を確保することが容易となる。また、内部には親水性物質を混合しないため、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いた場合に混合する熱硬化性樹脂の量を充分に確保しても、層全体の電気抵抗が大きくなりすぎることがない。さらに、膨張黒鉛以外の炭素材料に熱硬化性樹脂を加えて加熱成形した場合には、膨張黒鉛を加圧成形したものよりも強度が高くなるため、内部を膨張黒鉛以外の炭素材料を用いることによって、全体に膨張黒鉛を用いる場合に比べてセパレータ全体の強度を増すことができる。このようにセパレータ全体の強度を増すことが可能となることから、セパレータの薄型化、さらには燃料電池全体を薄型化することが可能となる。

【0095】既述した第1ないし第3実施例では、加圧成形する原材料中に予め親水性物質を混合しておく構成としたが、加圧成形に用いる金型に予め親水性物質を付着させておくことによって、成形後のセパレータ表面に親水性物質層を形成することもできる。以下に第4実施例として、金型に予め親水性物質を付着させておくことによって表面に親水性物質層を形成したセパレータ30cの製造方法を示す。

【0096】図10は、第4実施例におけるセパレータ30cの製造方法を表わす工程図である。図4では、図1に示した各製造工程に対応する工程には下2桁が等しい工程番号を付し、詳しい説明は省略する。第4実施例においても第1ないし第3実施例と同様の金型50を用いて加圧成形を行なうが、本実施例では、金型50に対する原材料の装填（ステップS210）に先立って金型50に親水性物質を付着させる（ステップS205）。ここで用いる親水性物質は第1ないし第3実施例で示したものと同様のものを用いることができるが、この親水性物質は所定の液体（例えば、水やアルコール等）に予め溶解あるいは分散させて、溶液あるいは懸濁液として用意する。ここで用いる所定の液体は、親水性物質やその他の原材料および金型50を変質・劣化させないものであれば良い。水やアルコールのように、金型50への塗布後の工程で容易に気化する液体であれば、セパレータ30cに残留したときの影響を考慮する必要がない。

もとより、所定の温度にて親水性物質を液体の状態で用意して金型50に付着させることとしても良い。

【0097】金型50に親水性物質を付着させるために、本実施例では上記親水性物質を含む液体をスプレーする方法を採った。図11は、金型50を構成するパンチ型49に、上記親水性物質を含む液体をスプレーした様子を表わす。親水性物質を含む液体中の親水性物質量、およびスプレーする量を調節することによって、金型50表面に付着させる親水性物質の量を調節することができる。金型50のパンチ型49は、セパレータ30c表面に形成されるリブ部32cに対応した形状の凹凸を形成しており、スプレーされた親水性物質は、パンチ型49の表面部には多く付着するが、凹部には付着しにくい。従って、前記液体中の親水性物質量、およびスプレーする量を調節することによって、パンチ型49の表面には充分量の親水性物質が付着するものの、凹部には親水性物質がほとんど付着していない状況とすることが可能である。

【0098】このような状態に親水性物質が付着した金型50に対して、親水性物質を含有しない所定の原材料を装填して加圧成形を行なえば（ステップS220）、図12に示すように、ガス流路を成すリブ部32cの凹部の表面に親水性物質を付着したセパレータ30cを得ることができる。ここで、パンチ型49の凹部にも親水性物質が付着した場合には、成形されたセパレータ30cにおけるリブ部32cの凸部にも親水性物質が付着した状態となり、燃料電池10cを組み立てたときにはガス拡散電極とのかの導電性を阻害するおそれがあるが、親水性物質による導電性の阻害が許容範囲を越えるときには、リブ部32cの凸部を所定量削り取って親水性物質を取り除くこととすれば良い。

【0099】上記親水性物質を付着させた金型50に充填する原材料としては、第1ないし第3実施例と同様の炭素材料を選択することができる。ここで、膨張黒鉛以外の炭素材料を選択する場合には、やはり第1ないし第3実施例と同様の熱硬化性樹脂を所定量加えて、原材料の結着性およびセパレータ30cの強度を確保することとする。このように膨張黒鉛以外の炭素材料を選択する場合には、金型50を用いた加圧成形時あるいは加圧成形後に加熱を行なって、熱硬化性樹脂の熱硬化反応を起こさせる。加圧成形後に熱硬化反応を起こさせる場合には、加圧成形は熱硬化性樹脂が溶解する温度範囲にて行なうものとする。また、本実施例では、金型50に親水性物質を付着させる方法としてスプレーを採用したが、その他、塗布等の方法によって親水性物質の付着を行なっても良い。

【0100】以上のように構成した第4実施例のセパレータ30cの製造方法によれば、第1ないし第3実施例と同様に、セパレータの表面が親水性を備えることにより燃料電池におけるガス流路の排水性が向上するという

効果に加えて以下のような効果を奏する。すなわち、親水性物質を含有する液体を、スプレーなどの簡単な方法で金型50に付着させるだけで、セパレータの親水化処理を行なうことができるため、第1ないし第3実施例のように親水性物質を含有する原材料を調製する必要がなく原材料の調製が容易となる。さらに、親水性物質は金型側に付着させるため、第2および第3実施例のように金型内に原材料を層状に装填する必要がなく、金型へ原材料を装填する操作が容易になる。また、原材料に親水性物質を混合しないにもかかわらず、加圧成形時に同時に親水性物質を表面に付着させる構成であるため、成形後に親水性物質を付着させる工程や、この工程で生じた親水性の絶縁被膜を削り取る工程を行なう必要がない。

【0101】また、第4実施例では、金型に親水性物質を付着させておいて加圧成形時にこの親水性物質をセパレータに付着させる構成としたことによって、加圧成形時に離型剤を使用する必要がなくなるという効果をも奏する。加圧成形を行なうときには一般に、ポリテトラフルオロエチレン（商品名テフロン）などの離型剤を予め金型に付着させておき、加圧成形後の金型からの取り外しを容易にしている。本実施例のように金型に親水性物質を付着させておく場合には、親水性物質が離型剤としても働くため、特別に離型剤を用意しなくてもセパレータを容易に金型から取り外すことが可能となる。

【0102】上記第1ないし第4実施例では、金型50内に所定の状態の原材料を装填し、加圧成形することによってセパレータを得る構成としたが、このような加圧成形の工程に先立って、原材料を予備成形する工程を設けることとしても良い。このような構成を第5実施例として以下に説明する。図13は、第5実施例のセパレータの製造方法を表わす工程図、図14はこの工程における予備成形の様子を表わす説明図である。予備成形では、セパレータのリブ部に対応する凹凸を形成しない金型60を用いる。金型60に第1実施例と同様に親水性物質を混合した原材料粉末を装填して加圧を行なうと、表面に凹凸の無い板状のセパレータ部材31が得られる（ステップS305、図15参照）。このセパレータ部材31の作製を予備成形とし、セパレータ部材31をさらに本成形の工程に供する。本成形では、セパレータ部材31を既述した実施例で用いた金型50内に装填し、再び加圧成形を行なうことによって第1実施例のセパレータ30と同様のセパレータ30dを得ることができる。

【0103】ここで、予備成形の工程に供する原材料粉末としては、第1実施例と同様の炭素材料や親水性物質等を用いることができる。コストなどを考慮して適宜選択すればよい。もとより、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には、第1実施例と同様に所定の熱硬化性樹脂を加えて原材料の結着性およびセパレータの強度を確保することとする。また、このように膨張黒鉛以外の炭素

材料を用いる場合には、予備成形時には熱硬化性樹脂が熱硬化反応を起こさない温度範囲で加圧成形する必要があり、本成形時にあるいは本成形後に既述した所定温度での加熱を行なって熱硬化性樹脂の熱硬化反応を起こさせることとする。本成形後に熱硬化反応を起こさせる場合には、本成形は、熱硬化性樹脂が溶解する温度範囲にて行なう。

【0104】ここで、本成形時に加える圧力は、第1ないし第4実施例と同様の圧力とすることで、十分な強度を有するセパレータ30dを得ることができる。また、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合の予備成形時には既述したように熱硬化性樹脂は熱硬化反応を起こしていないため、本成形に供するときまで所定の形状を十分に保たせるために面圧 $0.1 \sim 1.0 \text{ ton/cm}^2$ 程度の圧力を加えて予備成形を行なうこととする。熱膨張黒鉛を炭素材料として用いる場合には、本成形に供するときまで所定の形状を保つような結着力を得るために面圧 $0.1 \sim 0.5 \text{ ton/cm}^2$ 程度の圧力を加えて予備成形を行なうこととする。

【0105】このような第5実施例のセパレータ30dの製造方法によれば、原材料粉末を一旦予備成形によって板状に成形し、その後の本成形によって前記所定の形状に成形するため、原材料の取り扱いが容易となり、特に大量のセパレータを製造する際には有利となる。

【0106】また、第5実施例のセパレータ30dの製造方法によれば、本成形時に同時に熱硬化反応を起こさせる場合にも、この本成形時に打ち抜いた部材を再使用することができるという効果を有する。セパレータを加圧成形する際には、既述した燃料ガス孔33、34、酸化ガス孔35、36、冷却水孔37を形成するために、セパレータ部材31の打ち抜きを行なうが、この打ち抜きの工程によって生じた打ち抜き部を再利用することにより原材料の有効利用を図ることが可能となる。第1ないし第4実施例においても、成形後に熱硬化反応を起こさせる場合には加圧成形時に打ち抜いた部材を再使用することができるが、加圧成形と同時に熱硬化反応も起こさせる場合には、型閉じ時にはすでに熱硬化反応が始まっているため、打ち抜き部を再利用することができなかった。

【0107】本実施例では、予備成形によってすでに板状のセパレータ部材31に成形されているため、熱硬化反応が起こる前にこのような打ち抜きの工程を行なうことができる。もとより、膨張黒鉛を炭素材料として用いる場合には、成形時の温度に関わらず上記打ち抜き部を再利用することができる。このような打ち抜き部は、粉碎した後他の炭素材と混合し、再び金型60を用いた予備成形に供する。

【0108】第5実施例のように予備成形を行なうセパレータの製造方法は、第2実施例および第3実施例と同様の3層構造を備えた原材料に適用することもできる。



第2実施例に適用する場合には、金型60内に、第2実施例と同様の第1層51、第2層52、第3層53を形成し、加圧を行なって3層構造を備えるセパレータ部材31aを作製する。また、第3実施例に適用する場合には、金型60内に、第3実施例と同様の親水性シート56および非親水性シート58からなる3層構造を形成し、加圧を行なってセパレータ部材31bを作製する。このようにして得たセパレータ部材31a、31bを金型50を用いて本成形することによって、第2実施例および第3実施例と同様のセパレータ30b、セパレータ30cを得ることができる。

【0109】このような場合にも、原材料の取り扱いが容易となると共に、本成形時に同時に熱硬化反応を行なわせる場合にも、生じる打ち抜き部の再利用が可能となるという効果を奏する。上記3層構造を備えるセパレータを製造する場合には、得られた打ち抜き部は粉碎し、親水性物質を含有しない層を形成する原材料粉末に混合して再利用する。打ち抜き部には所定量の親水性物質が含有されているが、粉碎された後には大過剰の原材料粉末に混合されるため、混入する親水性物質の影響を考慮すること無く親水性物質を含有しない層として扱うことができる。

【0110】上記予備成形の工程を含むセパレータの製造方法を、第4実施例のセパレータ30cの製造方法に適用することもできる。この場合には、まず、金型60に親水性物質を含有しない原材料粉末を装填してセパレータ部材31cを作製し、このセパレータ部材31cをさらに金型50を用いて加圧成形することによってセパレータ30cを得る。ここで、親水性物質を含有する液体を金型に付着させる工程は、予備成形の工程と本成形の工程とのいずれにおいて行なってもよい。

【0111】金型50に親水性物質を含有する液体を付着させる場合には、第4実施例で説明したように、前記液体中の親水性物質の濃度および付着させる液量を調節することによって、リブ部32cの凹部の表面にだけ親水性物質が付着したセパレータ30cを得ることが好ましい。一方、金型60に親水性物質を含有する液体を付着させる場合にはセパレータ部材31cの表面全体に親水性物質が付着することになるが、金型50を用いて本成形するときには、成形されたセパレータのリブ部32cの凸部表面に対応する電極接触部は金型50内で引き延ばされて形成され、この電極接触部の親水性物質層は薄くなる。したがって、金型60に付着させる前記液体の濃度および量を調節することによって、この電極接触部に付着する親水性物質量を許容範囲内とし、親水性物質層を削り取る工程を省略することが可能となる。もとより、許容範囲を越える量の親水性が付着した場合には削り取りの工程を加えることとすれば良い。

【0112】また、上記予備成形の工程を含むセパレータの製造方法において、親水性物質を金型に付着させる

代わりに、予備成形したセパレータ部材の表面に親水性物質を付着させる構成としても良い。例えば、第4実施例で金型50に付着させて用いたものと同様の親水性物質を含有する液体を用意し、予備成形によって板状に形成したセパレータ部材の表面に、この親水性物質を含有する液体を塗布やスプレー等の方法によって付着させる。あるいは、予備成形したセパレータ部材をこの親水性部材を含有する液体に浸漬することとしても良い。このようにして表面に親水性物質を付着させたセパレータ部材を、既述した実施例と同様に本成形に供し、セパレータを製造する。

【0113】このようなセパレータの製造方法によれば、金型60に親水性物質を付着させてセパレータ部材31cを作製した場合と同様に、金型50を用いて本成形するときには、成形されたセパレータのリブ部の凸部表面に対応する電極接触部は金型50内で引き延ばされて形成され、この電極接触部に形成される親水性物質層は薄くなる。したがって、セパレータ部材を浸漬する前記液体の濃度および浸漬時間などを調節することによって、この電極接触部に付着する親水性物質量を許容範囲内とし、親水性物質を削り取る工程を省略することが可能となる。もとより、許容範囲を越える量の親水性が付着した場合には削り取りの工程を加えることとすれば良い。

【0114】あるいは、予備成形で作製したセパレータ部材をさらに本成形に供する代わりに、セパレータ部材に削り取り等を含む所定の表面加工を施してセパレータの形状に成形する構成としても良い。すなわち、ステップS310、ステップS320に替えて所定の表面加工の工程を行なうこととしても良い。このような場合にも、原材料に予め親水性物質を混合しておくために、成形後のセパレータに親水性物質を塗布する工程や、塗布の工程で生じた不要な親水性絶縁被膜を削り取る工程などが不要となる。このように、予備成形したセパレータ部材に対して所定の表面加工を施してセパレータを成形する場合に、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いるならば、予備成形の時点で熱硬化性樹脂の熱硬化反応を起こさせることとしても良いし、予備成形は熱硬化性樹脂が硬化することなく溶解する温度範囲で行なって、表面加工を施した後熱硬化反応を起こさせることとしても良い。

【0115】また、金型60を用いた予備成形（ステップS305の工程）に代えて、加圧成形によって所定の大きさのブロックを作製し、このブロックを切り出して板状のセパレータ部材を作製することとしても良い（図16参照）。この場合にも、既述した実施例で用いた親水性物質を含有する原材料を適用して上記ブロックを作製することができる。このように作製したブロックを切り出して得られたセパレータ部材を最終的にセパレータに成形するには、既述した金型50を用いて本成形を行なっても良いし、削り取りおよび打ち抜きを伴う所定の

表面加工を施してもよい。

【0116】金型50を用いた本成形を行なう場合に、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いるならば、ブロックの成形時には熱硬化性樹脂が熱硬化反応を起こす温度には昇温させないこととする。このようなブロックを切り出したセパレータ部材を所定の形状のセパレータに成形する場合には、熱硬化反応は本成形時に同時に行なっても良いし、本成形は熱硬化性樹脂が溶解する温度範囲にて行ない、本成形後に熱硬化反応を起こさせることとしても良い。

【0117】削り取り等の所定の表面加工を施す場合に、炭素材料として膨張黒鉛以外を用いるならば、ブロックの成形時に熱硬化反応を起こさせても良いし、セパレータ部材を形成後に熱硬化反応を起こさせることとしても良い。セパレータ部材を形成後に熱硬化反応を起こさせる場合には、ブロックの成形時には熱硬化性樹脂が熱硬化反応を起こすこと無く溶解する温度範囲に加熱してセパレータ部材を作製し、上記所定の表面処理を施す前、あるいは後に熱硬化反応を起こさせることとする。このように、ブロックを切り出してセパレータ部材を作製する方法によっても、親水性物質を均一に含有するセパレータを容易に製造することができる。

【0118】あるいは、親水性物質を含有しない原材料粉末を用いて上記のようにブロックを作製し、このブロックを切り出して得たセパレータ部材を加工する工程でその表面に親水性の層を形成してセパレータを製造することとしても良い。このような表面に親水性の層を形成したセパレータを製造するには、既述した塗布や浸漬等の方法によって親水性物質をセパレータ部材の表面に付着させた後、金型50を用いた本成形を行なうか、あるいは、第4実施例と同様に親水性物質を付着させた金型50を用いて本成形を行なえばよい。もとより、膨張黒鉛以外の炭素材料を用いる場合には、ブロックの加圧成形時は熱硬化性樹脂が熱硬化反応を起こさない温度範囲で行なうこととする。この場合には、本成形時に同時に熱硬化反応を起こさせることとしても良いし、本成形は熱硬化性樹脂が溶解する温度範囲にて行なって、本成形後に熱硬化反応を起こさせることとしても良い。

【0119】以上説明したように、予備成形によってセパレータ部材を作製する場合と、所定の大きさのブロックを切り出してセパレータ部材を作製する場合とのいずれであっても、最終的にセパレータの形状に成形するためには、金型50を用いた本成形を行なっても良いし、削り取り等を伴う所定の表面処理を施すこととしても良い。金型を用いた本成形は工程の簡便さで優れており、表面処理による成形は成形する精度において優れている。要求する性能やコストなどの条件を考慮して適宜選択すれば良い。

【0120】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではな

く、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる様態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例であるセパレータ30を製造する工程を表わす説明図である。

【図2】加圧成形によってセパレータ30を製造する様子を表わす説明図である。

【図3】単セル12の構成を表わす断面図である。

【図4】燃料電池10を構成するスタック構造の構成を表わす分解斜視図である。

【図5】セパレータ30の外観を表わす説明図である。

【図6】第2実施例のセパレータ30aを製造する様子を表わす説明図である。

【図7】第2実施例のセパレータ30aの構成を表わす断面図である。

【図8】第3実施例のセパレータ30bを製造する様子を表わす説明図である。

【図9】第3実施例のセパレータ30bの構成を表わす断面図である。

【図10】第4実施例のセパレータ30cを製造する工程を表わす説明図である。

【図11】第4実施例のセパレータ30cの製造に用いる金型50を構成するパンチ型49に親水性物質を付着させた様子を表わす説明図である。

【図12】第4実施例のセパレータ30cの構成を表わす断面図である。

【図13】第5実施例のセパレータの製造工程を表わす説明図である。

【図14】第5実施例における予備成形の様子を表わす説明図である。

【図15】セパレータ部材31の外観を表わす説明図である。

【図16】原材料を加圧して作製したブロックからセパレータ部材を切り出す様子を表わす説明図である。

#### 【符号の説明】

10, 10a, 10b, 10c…燃料電池

12…単セル

21…電解質膜

22…アノード

23…カソード

24, 25…セパレータ

24P…燃料ガス流路

25P…酸化ガス流路

26, 27…集電板

30, 30a, 30b, 30c, 30d…セパレータ

31, 31a, 31b, 31c…セパレータ部材

32, 32b, 32c…リブ部

33, 34…燃料ガス孔

35, 36…酸化ガス孔

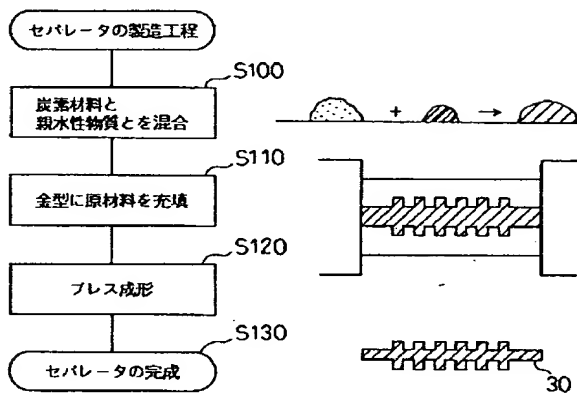
37…冷却水孔



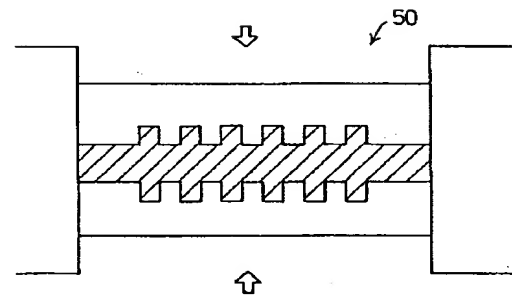
- 43…燃料ガス供給マニホールド  
 44…燃料ガス排出マニホールド  
 45…酸化ガス供給マニホールド  
 46…酸化ガス排出マニホールド  
 47…冷却水路  
 49…パンチ型  
 50…金型  
 51…第1層

- \* 52…第2層  
 53…第3層  
 54…電極接触部  
 55…流路形成部  
 56…親水性シート  
 58…非親水性シート  
 59…積層シート  
 \* 60…金型

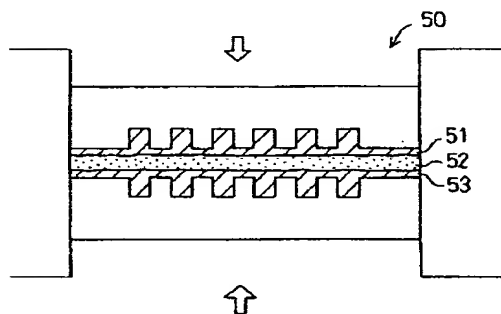
【図1】



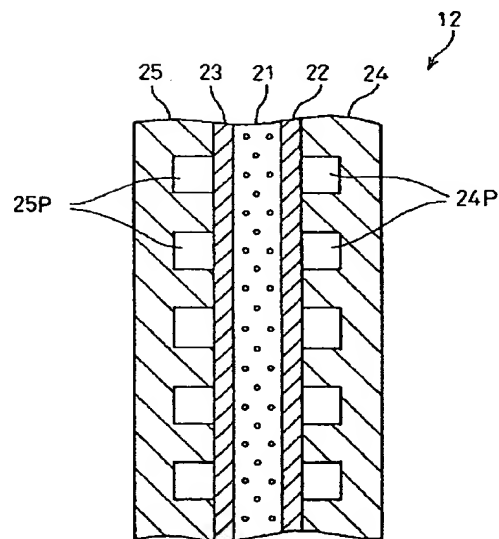
【図2】



【図6】



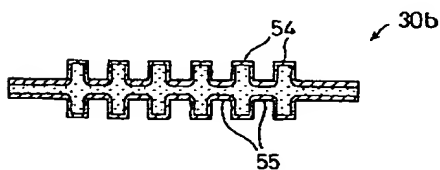
【図3】



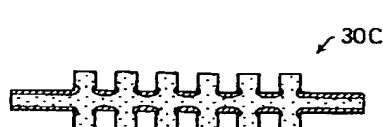
【図7】



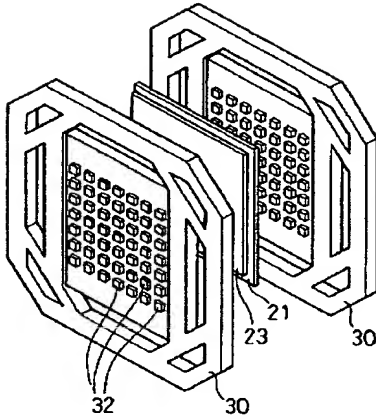
【図9】



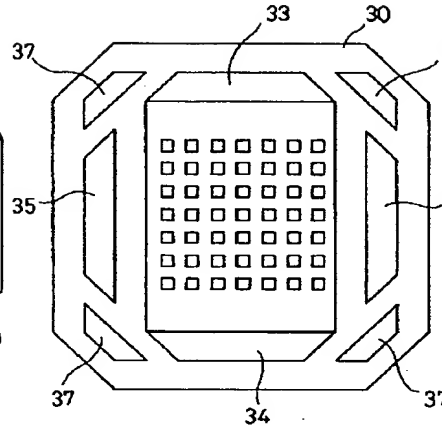
【図12】



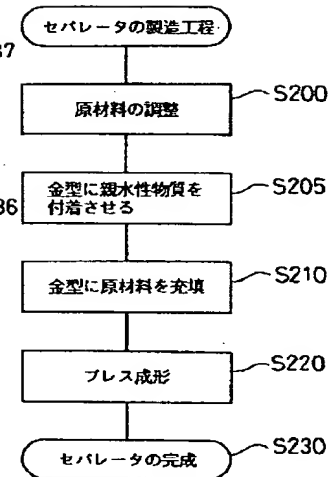
【図4】



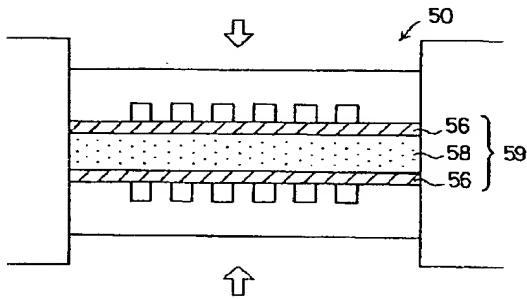
【図5】



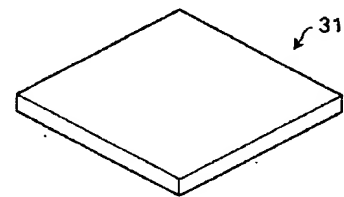
【図10】



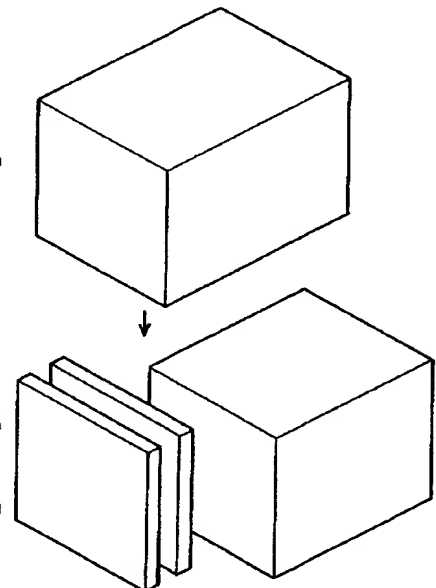
【図8】



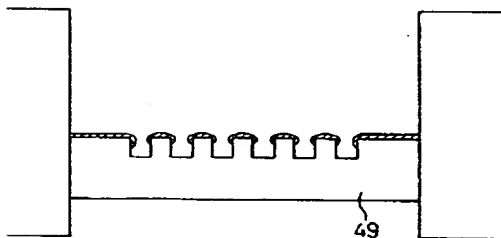
【図15】



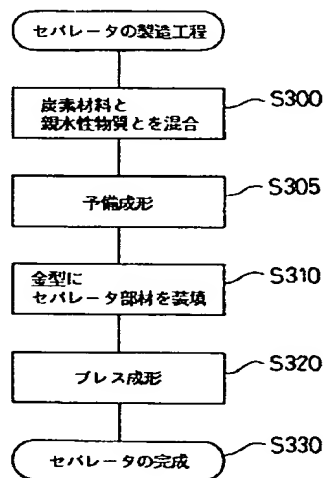
【図16】



【図11】



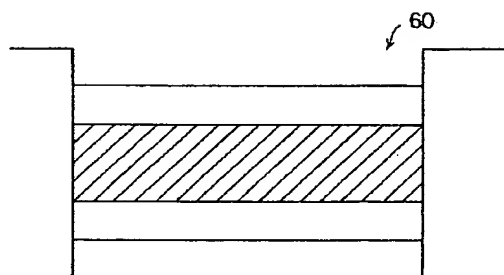
【図13】



(18)

特開平10-3931

【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**